

# Ueber die densimetrische Bestimmung des Eiweisses im Harn.

Von

**Dr. H. Zähler,**

Physikus der kgl. Hauptstadt Prag, k. k. Sanitätsrath.

(Aus dem medicinisch-chemischen Laboratorium der deutschen Universität in Prag.)  
Der Redaction zugegangen am 20. April 1888.)

Als ich vor sechs Jahren die vorliegende Untersuchung unternahm, lag der Wunsch nach einer leicht und schnell ausführbaren, aber noch möglichst approximativen Bestimmung des Eiweisses im Harn noch näher als jetzt. Unterdess hat sich in den Kliniken das Esbach'sche Verfahren eingebürgert und ist die Roberts-Stolnikoff'sche Methode von Hammarsten und seinen Schülern einer sorgfältigen Prüfung unterzogen worden. Wenn ich gleichwohl meine Erfahrungen noch veröffentliche, so hat das seinen Grund in dem Ergebnisse, dass die nach der densimetrischen Methode ausgeführten Eiweissbestimmungen den Resultaten der Wägungsanalyse noch weit näher kommen, als die nach den beiden anderen Verfahrensweisen erlangten.

Die Methode, das in einer Eiweisslösung, speciell im Harn befindliche Eiweiss aus der Dichteabnahme zu berechnen, welche bei der Entfernung des Eiweisses aus der Flüssigkeit eintritt, ist bekanntlich von Lang<sup>1)</sup> eronnen worden.

<sup>1)</sup> G. Lang, Orvosi Szemle (Ungarische med. Zeitschr.), 2. Jahrgang, Pressburg 1862. — Von der Lang'schen Abhandlung hat Herr Prof. Genersich in Klausenburg in zuvorkommender Weise Herrn Prof. Huppert einen ausführlichen Auszug zur Verfügung gestellt, wofür ihm auch an dieser Stelle der verbindlichste Dank ausgesprochen wird.

Häbler<sup>1)</sup> sowie Bornhardt<sup>2)</sup> haben das Verfahren einer Prüfung unterzogen. Alle drei Autoren nehmen an, dass der Faktor, mit welchem man die Dichteabnahme zu multipliciren habe, wenn man die Eiweissmenge finden wolle, eine constante Grösse sei.

Gegen die Richtigkeit dieser Annahme hat aber Budde<sup>3)</sup> die schwerwiegendsten theoretischen Bedenken geltend gemacht, deren Tragweite für die praktische Ausführung des Verfahrens ermittelt sein musste, bevor an die Ausführung des Principis gedacht werden konnte. Nachdem nun in der von Prof. Huppert und mir veröffentlichten Untersuchung die theoretische Seite der Frage klar gelegt worden ist, lässt sich ein Urtheil über die Anwendbarkeit des Verfahrens auf die Bestimmung des Eiweisses auch im Harn gewinnen.

Unsere gemeinschaftliche Untersuchung hat ergeben, dass der Faktor in der That nicht constant ist, in der Praxis nicht als constant verwendet werden darf. Das gilt wenigstens von Flüssigkeiten, welche reich an Eiweiss sind und bei welchen die Dichteabnahme eine beträchtliche ist. Wie sich in dieser Hinsicht der Harn verhalte, musste eine besondere Untersuchung lehren.

Zu diesem Zwecke habe ich in 14 natürlichen Eiweiss-harnen das Eiweiss nach der bereits S. 469 beschriebenen Methode bestimmt. Ausserdem wurde die Dichte der Harné vor und nach der Entfernung des Eiweisses ermittelt, wobei von dem dort geschilderten Verfahren insofern abgewichen wurde, als zu diesen Bestimmungen zwar ein Sprengel'sches Pyknometer, aber ohne eingeschmolzenes Thermometer verwendet wurde. Ferner hatte der Harn im Pyknometer die Zimmertemperatur und die Dichte wurde nachträglich auf eine Temperatur von 17,5 reducirt, wobei der Ausdehnungs-coëfficient des Harnes gleich dem des Wassers angenommen wurde.

1) M. Häbler, Archiv f. Anatomie etc., 1868, S. 397.

2) A. Bornhardt, Berliner klin. Wochenschr., 1869, No. 34, S. 364.

3) Budde, Bibliothek for Laeger, Ed. 20, 1870.

Die dabei erlangten Resultate theile ich in folgender Tabelle mit.

In derselben bedeutet  $v_x =$  gr. Eiweiss in 100 chem.,  $v$  die Anfangs-,  $v_1$  die Enddichte und  $v - v_1$  die Dichteabnahme. Unter  $f$  findet sich der für  $v_x$  aus den Analysendaten berechnete Faktor.

Tabelle I.

	$v_x$	$v$	$v_1$	$v - v_1$	$f$
1	0,0631	0,014533	0,014144	0,000119	530,3
2	0,0868	10766	10551	215	403,7
3	0,1546	12778	12382	396	390,4
4	0,2473	10068	09500	568	435,4
5	0,2960	13558	12909	649	456,1
6	0,2986	10771	10030	741	403,0
7	0,3224	15792	15010	782	412,3
8	0,3051	17175	16379	796	383,3
9	0,3540	16133	15140	993	356,5
10	0,3962	15077	13951	1126	351,9
11	0,4763	09106	07938	1168	407,8
12	0,4881	18274	17042	1232	396,2
13	0,6236	14626	13025	1601	389,5
14	0,7634	11044	09094	1950	391,5

Es wurden nun weiter mit den beiden von Prof. Huppert aufgestellten Formeln (5) und (1) zunächst die Faktoren und aus diesen die Eiweissmengen  $v_x$  berechnet; nach (5) ergibt sich direct:

$$f = 351,4 + 911,4(v - 1) + 833,2(v_1 - 1).$$

Für  $f = \frac{100 v_2}{v_2 - v_1}$  wurde  $v_2$ , die Dichte des Eiweisses in der Lösung, berechnet nach  $v_2 = 1,3879 - (v_1 - 1)$ . In der Formel (1) soll  $v_1 - 1$  eigentlich mit  $-0,9946$  multiplicirt werden; dieser Bruch kann aber unbeschadet der Genauigkeit  $= -1$  gesetzt werden. Die Eiweissmenge  $v_x$  ergibt sich aus  $f(v - v_1)$ .

Die folgende Tabelle enthält unter A. die nach Formel (5) und unter B. die nach Formel (1) berechneten Werthe. Der berechnete Faktor ist mit  $F$ , die berechnete Eiweissmenge mit  $(v_x)$  bezeichnet. Die

Reihe  $\Delta$  giebt an, um wieviel Eiweiss mehr oder weniger berechnet als gewogen wurde.

Tabelle II.

	A.			B.			C.	
	F	(vx)	$\Delta$	F	(vx)	$\Delta$	(vx)	$\Delta$
1	376,78	0,0448	- 0,0183	381,96	0,0455	- 0,0176	0,0476	- 0,0155
2	370,02	0,0796	- 0,0064	375,59	0,0808	- 0,0060	0,0860	- 0,0008
3	373,48	0,1489	- 0,0057	378,82	0,1500	- 0,0046	0,1584	+ 0,0038
4	368,61	0,2094	- 0,0379	373,83	0,2123	- 0,0350	0,2272	- 0,0201
5	374,63	0,2430	- 0,0530	379,91	0,2466	- 0,0494	0,2596	- 0,0264
6	369,69	0,2739	- 0,0247	374,71	0,2777	- 0,0209	0,2964	- 0,0028
7	378,41	0,2959	- 0,0265	383,79	0,3001	- 0,0223	0,3128	- 0,0096
8	380,81	0,3031	- 0,0021	386,23	0,3074	+ 0,0034	0,3184	+ 0,0133
9	378,83	0,3762	+ 0,0222	383,97	0,3813	+ 0,0273	0,3972	+ 0,0432
10	376,88	0,4244	+ 0,0284	381,75	0,4299	+ 0,0337	0,4504	+ 0,0544
11	366,33	0,4279	- 0,0484	371,07	0,4357	- 0,0406	0,4672	- 0,0091
12	382,38	0,4711	- 0,0170	387,55	0,4776	- 0,0105	0,4928	+ 0,0047
13	375,70	0,6049	- 0,0187	380,09	0,6085	- 0,0151	0,6404	+ 0,0168
14	369,18	0,7199	- 0,0444	373,13	0,7276	- 0,0358	0,7800	+ 0,0166

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die Abweichungen der nach beiden Formeln berechneten Eiweissmengen die zweite Decimale nicht überschreiten. Die Werthe unter B sind noch etwas besser als die unter A, insoferne als bei B eine Differenz von 0,05 nur nahezu erreicht, bei A dagegen einmal überschritten und einmal gleichfalls nahezu erreicht wird. Die mittlere Abweichung beträgt bei A  $\pm 0,0253$ , bei B  $\pm 0,0230$ . Auffällig ist, dass nach beiden Berechnungsarten die negativen Abweichungen in grösserer Zahl auftreten als die positiven, was bei den in der ersten Abhandlung mitgetheilten, nach denselben Formeln berechneten Resultaten nicht der Fall war. Diese Erscheinung erklärt sich in befriedigender Weise aus der Löslichkeit des Glases in Wasser und der daraus folgenden Dichtezunahme. So nahm die Dichte eines eiweissfreien Harns, der in einem verschlossenen Fläschchen 15 Minuten in siedendem Wasser verweilte, um 0,000054 zu, die eines anderen Harns bei 25 Minuten langem Kochen um 0,000182. Diese Dichtezunahmen entsprechen, mit einem



Faktor von 400 berechnet,  $-0,0216$  und  $-0,0728$  Eiweiss in 100 chem. Auch bei den eiweissreichen Lösungen sind Fehler von der beiläufigen Grösse des ersteren aufgetreten; sie sind dort durch die Rechnung ausgeglichen worden; bei den eiweissärmeren Harnen fielen sie aber relativ mehr in's Gewicht und machten sich deshalb bei der Berechnung nach den Formeln noch geltend.

Endlich wurde noch untersucht, zu welchen Ergebnissen man mit der Verwendung eines constanten Faktors gelangt.

Das arithmetische Mittel des aus den Beobachtungen abgeleiteten Faktors für  $v_x$  beträgt 407,7 und, wenn die zwei hohen Werthe der Beobachtungen 1 und 5 weggelassen werden, 393,4; die Berechnungen wurden mit dem gemeinschaftlichen Faktor 400 vorgenommen.

Die gefundenen Werthe sind in der Tabelle II unter C eingetragen. Die mittlere Abweichung beträgt hier nur  $\pm 0,0175$ ; im Ganzen sind die Resultate also noch besser, als die nach den Formeln berechneten, auch vertheilen sich die negativen und die positiven Abweichungen gleichmässiger, einzelne Differenzen sind aber ebenso gross, als bei den nach den Formeln berechneten Zahlen. Die grössten Differenzen betragen 0,0432 und 0,0544.

Zu einem ganz gleichwerthigen Resultate gelangt man, wenn man in den Analysen meiner Vorgänger die Eiweissmengen mit denjenigen constanten Faktoren berechnet, welche sich aus ihren Bestimmungen ergeben.

Lang hat mit Harn 8 Untersuchungen ausgeführt. Der Faktor ist rund 370; die berechneten Eiweissmengen weichen von den gewogenen im Mittel um  $\pm 0,0194$  ab; die Differenzen bewegen sich zwischen 0,0025 und 0,0305.

Der Bornhardt'sche Faktor ist, richtig berechnet, 435. Die mittlere Abweichung seiner 15 Beobachtungen beträgt  $\pm 0,0185$ , die Grenzwerte sind 0,0020 und 0,0495.

Aus Budde's Zahlen lässt sich ein Faktor 420 ableiten. Obwohl Budde die Gewichte des gefundenen Eiweisses meist nur bis zur zweiten Decimale angibt, beträgt die mittlere Differenz doch nur  $\pm 0,0324$ .

Die einzelnen Abweichungen liegen zwischen 0,006 und 0,084 und unter seinen 20 Bestimmungen übertrifft der Unterschied zwischen Rechnung und Wägung nur 4 mal 0,05.

Während also bei den eiweissreichen Lösungen ein constanter Faktor ungenügende Resultate ergab, erlangt man bei den eiweissarmen Harnen recht brauchbare Zahlen und es darf somit bei der densimetrischen Bestimmung des Eiweisses im Harn ein constanter Faktor benützt werden. Wiewohl der Faktor an sich keine constante Grösse ist, kommt man, wenn man ihn als constant annimmt, ebenso weit, als wenn man ihn für jeden einzelnen Fall berechnet, und erspart sich ausserdem diese, wenn auch einfache, doch immerhin umständliche Berechnung.

Dass beim Harn ein constanter Faktor anwendbar ist, bei den Eiweisslösungen dagegen nicht, ist leicht einzusehen. Der Faktor muss mit der Dichtedifferenz multiplicirt werden. Bei den Eiweisslösungen bewegte sich diese zwischen 0,0016 und 0,0128, während sie bei den Harnen nur 0,00012 bis 0,0020 betrug; die Differenz war bei den Eiweisslösungen 6 bis 13 mal so gross, als bei den Harnen, und um so viel mal grösser musste dort auch der Fehler sein, welcher bei der Verwendung eines constanten Faktors eintritt. Beim Harn dagegen ist dieser Fehler so klein, dass er nicht mehr in Betracht kommt.

Darnach kann das theoretisch sehr wohl begründete Bedenken Budde's gegen die Verwendung eines constanten Faktors für die Berechnung des Eiweisses in so eiweissarmen Lösungen wie der Harn als behoben und die Methode an sich als begründet angesehen werden.

Was jetzt nur noch in Frage kommen kann, ist die Wahl oder die Grösse des Faktors.

Da der Faktor der Quotient ist aus der Eiweissmenge und der Dichtedifferenz, so wird er verschieden ausfallen je nach der Art, wie diese beiden Grössen bestimmt worden sind; derjenige Faktor wird der richtigere sein und diesen wird man zu den Berechnungen wählen müssen, bei welchem diese Bestimmungen den relativ grössten Grad der Genauigkeit erreichen.

Es liegen nun mehrere Faktoren vor, unter welchen man die Auswahl zu treffen hat.

Häbler hat ihn zu 210 gefunden, aus den Beobachtungsdaten von Lang berechnet er sich zu 366,8, aus denen von Bornhardt<sup>1)</sup> zu 435, aus denen von Budde zu 421. Ich selbst habe mit dem Faktor 400 gerechnet.

Der Häbler'sche Faktor ist entschieden falsch. Wie Häbler zu dieser unrichtigen Zahl gekommen ist, ist aus den von Häbler gelieferten Angaben nicht zu erkennen und der Faktor kann somit auch nicht richtig gestellt werden. Dagegen lässt sich leicht erklären, warum die Faktoren von Bornhardt und von Budde von dem meinigen abweichen.

Beide Autoren haben den Harn zur Coagulation des Eiweisses in Gefässen gekocht, denen ein einfaches Glasrohr zur Condensation des Wasserdampfes aufgesetzt war, ein dazu offenbar ganz unzureichendes Mittel. Das Entweichen von Wasserdampf ist dadurch nicht ausgeschlossen gewesen und es muss deshalb die Dichte des Harnfiltrats zugenommen haben. Auch geben sie nicht an, dass sie den coagulirten Harn beim Filtriren vor dem Verdunsten geschützt haben. Beide Momente führen zu einer Verminderung der Dichtedifferenz. Nun berechnet man den Faktor, indem man die Eiweissmenge durch die Dichtedifferenz dividirt; wenn aber die Differenz zu klein ist, muss der Faktor zu gross ausfallen.

Um ein Urtheil über die Grösse des Wasserverlustes beim Kochen mit einem Condensationsrohr zu gewinnen, wurden 200 ccm. Wasser genau so behandelt, wie es Bornhardt vom Harn beschreibt. Der Kolben stand dabei nur 10 Minuten über der Flamme und das Wasser wurde nur  $\frac{1}{2}$  Minute in schwachem Sieden erhalten. Dabei wurde ein Gewichtsverlust von 0,450 gr., also etwas über 0,2% nachgewiesen; hätte es sich um ein Harnfiltrat von 1,012 Dichte gehandelt, so wäre seine Dichte in Folge des Wasserverlustes auf 1,012024 und der Faktor von 400 auf 411 gestiegen.

Auf die Grösse des Faktors hat ferner die Behandlung des Eiweissniederschlags einen wesentlichen Einfluss. Budde giebt in dieser Hinsicht an, dass er bei der Eiweissbestimmung ganz nach der Vorschrift von Neubauer verfahren sei. Diese lautete dahin, dass man den Niederschlag im Wasserbad, also noch unter 100° zu trocknen habe und

1) Bornhardt giebt den Faktor zu 415 an; derselbe ist aber unrichtig berechnet. Die Summe der gewogenen Eiweissmengen beträgt richtig 8,313; die Summe der Differenzen aber nicht, wie Bornhardt angiebt, 0,0200, sondern 0,0191. Es ist aber  $8,313 : 0,0191 = 435$ .

ein 6—8stündiges Trocknen sei ein sehr langes; das ist offenbar ganz ungenügend; ich dagegen habe das Eiweiss richtiger bei  $120^{\circ}$  bis zur Gewichtconstanz getrocknet. Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, dass nach Neubauer's Vorschrift getrocknetes Eiweiss erheblich mehr Wasser enthält, also schwerer ist, als bei  $120^{\circ}$  getrocknetes. Der Quotient, aus dem Eiweissgewicht durch die Dichteabnahme wird dann gleichfalls grösser. Würde der Unterschied im Trockengewicht für  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  gr. Eiweiss einige Centigramme ausmachen, was sehr wohl möglich ist, so würde dieser Umstand allein ausreichen, die Verschiedenheit der Faktoren zu erklären. Auch ungenügendes Auswaschen des Niederschlags erhöht sein Gewicht und damit den Faktor.

Bornhardt macht gar keine Angaben über das bei der Gewichtsanalyse des Eiweisses eingehaltene Verfahren; er scheint es als bekannt vorausgesetzt zu haben und man wird die Vermuthung nicht als unbedingt falsch zurückweisen dürfen, dass auch er einer ähnlichen, mangelhaften Vorschrift, wie die Neubauer'sche, gefolgt ist.

Lang hat die Coagulation unter Verhinderung der Verdunstung vorgenommen; dieser Fehler ist also ausgeschlossen. Seine Bestimmungen sind aus einem anderen Grunde mangelhaft ausgefallen. In 4 Fällen betrug nämlich die Dichteabnahme 0,00125 für jeden einzelnen Fall bei 0,4320 und 0,4960 gr. Eiweiss, in zwei anderen Fällen war die Dichteabnahme 0,00100 und das Eiweiss machte 0,3608 und 0,3924 gr. aus. Eine solche Gleichheit der Dichteabnahme bei so verschiedenen Eiweissmengen ist entschieden nicht die Regel und man darf daher wohl annehmen, dass die Eiweissbestimmungen, oder, was wahrscheinlicher ist, die Dichteabnahmen, unrichtig bestimmt worden sind. Lang hat die Dichtebestimmungen mit einem Aräometer vorgenommen, auf welchem nur noch Viertel der 4. Decimale abgelesen werden konnten.

Von diesem Fehler sind die Bestimmungen von Budde auch nicht frei. Budde bediente sich dazu bei zwei Bestimmungsreihen eines gewöhnlichen, aber genauen Urometers, bei einer dritten Reihe bestimmte er eine Decimale mehr. Die Zahlen der beiden ersten Reihen führen zu den Faktoren 424 und 458, die der dritten Reihe dagegen zum Faktor 405.

Die Faktoren, welche meine Vorgänger aufgestellt haben, sind also nach ungenauen Methoden ermittelt worden. Von Eiweiss, welches nur einige Stunden im Wasserbad getrocknet worden ist, wird man nicht sagen können, dass es trockenes Eiweiss vorstellt, und aräometrische Dichtebestimmungen können nicht den Grad der Genauigkeit erreichen, selbst wenn die Instrumente richtig geächt sind, als Dichte-



bestimmungen mit dem Sprengel'schen Pyknometer. Bei meiner Ermittlung des Faktors habe ich mich von diesen Fehlern möglichst ferne gehalten; die Dichte ist mit dem Sprengel'schen Pyknometer bestimmt, das Eiweiss vollständig ausgewaschen und vollständig getrocknet worden und daher darf der von mir aufgestellte Faktor (400) auch Anspruch auf grössere Genauigkeit machen. Er weicht überdies nur wenig von dem bei den Analysen der Eiweisslösungen gefundenen mittleren Faktor 383 ab.

Wenn die Rechnung mit unrichtigen Faktoren demnach brauchbare Resultate liefert, wie sich das oben (S. 488) gezeigt hat, so ist ein solches Ergebniss zwar ein Beweis für den Werth der Methode an sich, aber es beweist nichts für die Richtigkeit der Faktoren.

Man darf dabei nur nicht übersehen, dass ein aus unrichtigen Beobachtungsdaten abgeleiteter Faktor bei der Umkehrung der Rechnung ja, wenn nur die Methode richtig ist, Zahlen liefern muss, welche mit den unrichtigen Daten wieder nahezu zusammentreffen können.

Für die Gewinnung bloß vergleichbarer Werthe ist es schliesslich gleichgiltig, mit welchem Faktor gerechnet wird; es kommt nicht einmal darauf an, wie der Faktor empirisch ermittelt wurde. Man brauchte sich nur über einen bestimmten Faktor zu einigen. Wenn man ihn aber aus den Beobachtungen ableitet, also offenbar die Absicht hat, der Wahrheit möglichst nahe zu kommen, wird man dem richtiger bestimmten Faktor den Vorzug geben müssen.

Mit dem Faktor 400 lässt sich also beim Harn aus der Dichteabnahme der Gehalt an bei 120° trockenem Eiweiss für 100 cbcm. mit einem mittleren Fehler von  $\pm 0,0175$  berechnen. Es bleibt nun noch übrig, diese Genauigkeit mit derjenigen zu vergleichen, welche mit den beiden anderen Methoden der annäherungsweise Bestimmung des Eiweisses im Harn erreicht wird.

Ueber die Genauigkeit der Methode von Roberts-Stolnikoff liegen zwei Reihen von Bestimmungen vor.

welche Hammarsten mit Brandberg<sup>1)</sup> und anderen seiner Schüler ausgeführt hat. Die Wägungsbestimmungen des Eiweisses sind von Hammarsten selbst ausgeführt worden. Beide Reihen haben nahezu dasselbe Resultat ergeben. In der einen Reihe differirten die Wägungen von den approximativen Bestimmungen unter 23 Bestimmungen 15 mal um weniger, 8 mal um mehr als 0,05; 6 mal fielen die Differenzen in die erste Decimale. In der zweiten Reihe lagen die Fehler unter 45 Bestimmungen 33 mal unter, 12 mal über 0,05 und 6 mal betrafen sie die erste Decimale. Die Differenz erreichte selbst 0,3. Wie bereits mitgetheilt, überschritten bei der densimetrischen Methode die Abweichungen dagegen nur selten 0,05 und erreichten die erste Decimale in keinem Fall.

Die Esbach'sche Methode lässt ihrem Wesen nach nur eine Schätzung des Eiweisses zu und kann zu sehr unrichtigen Ergebnissen führen, namentlich dann, wenn die Cautelen, unter welchen sie ausgeführt werden soll (Dichte des Harns, Eiweissgehalt, Temperatur), ausser Acht gelassen werden. Aber auch wenn man diese berücksichtigt, kommen nicht selten Abweichungen bis in die erste Decimale vor. Es kann somit keinem Zweifel unterliegen, dass die Lang'sche Methode der Eiweissbestimmung im Harn noch genauer ist, als die beiden anderen approximativen Methoden, und dass sie vor den anderen den Vorzug verdient.

Das Verfahren, nach welchem man zu arbeiten hat, ist sehr einfach.

Man versetzt zunächst, wenn es nöthig ist, den filtrirten Harn mit so viel verdünnter Essigsäure, dass beim Kochen alles Eiweiss abgeschieden wird. Um dies zu erfahren, taucht man ein Reagensglas mit einer Probe des Harnes zuerst einige Zeit in siedendes Wasser und kocht dann über der Flamme auf; das Filtrat darf auf Zusatz von Essigsäure und Ferrocyankalium keinen Niederschlag und keine Trübung mehr geben. Von dem so hergerichteten Harn wird die Dichte

1) F. Brandberg, Jahresbericht für Thierchemie, 1880, S. 265. — Hammarsten, daselbst, 1883, S. 217.

bestimmt. Ausserdem dient er zur Coagulation des Eiweisses; dazu füllt man so viel, als man zur Dichtebestimmung des Filtrats braucht, in eine Medicinflasche und bindet in ihre Mündung einen Kautschukpfropf mit Bindfaden fest ein. Der Stöpsel ist vorher mit Natronlauge ausgekocht und mit Wasser bis zum Verschwinden der alkalischen Reaction gewaschen worden. Solche Stöpsel richtet man sich mehrere auf einmal zu. Man hängt dann das Glas in einen Topf mit Wasser, erhitzt das Wasser zum Sieden, lässt das Glas 10—15 Minuten im siedenden Wasser, nimmt es dann heraus und lässt es erkalten. Die Medicinflasche darf nicht ganz gefüllt werden, weil sie sonst springt.

Hat man eine Waage zur Verfügung, die nicht genauer zu sein braucht, als eine Tarawaage, wie sie die Apotheker benützen, so gestaltet sich die Coagulation einfacher. Es wird die Flasche mit dem Harn vor dem Kochen offen gewogen, unverschlossen erhitzt und dann nach dem Kochen, wenn sie erkaltet ist, wieder gewogen. Den Gewichtsverlust ersetzt man durch destillirtes Wasser.

Nach der Coagulation filtrirt man durch ein Faltenfilter. Um dabei die Verdunstung zu verhindern, durch welche das Filtrat concentrirter werden würde, befestigt man den Trichter mittelst eines durchbohrten Korkes in einer Flasche und hält ihn mit einer Glasplatte bedeckt.

Nun ist noch die Dichte des Harns und des Filtrats zu bestimmen. Sich dazu des Sprengel'schen Pyknometers zu bedienen, hiesse die Methode selbst illusorisch machen; denn solche Dichtebestimmungen erfordern Zeit, grosse Uebung in dergleichen Arbeiten und eine gute analytische Waage.

Es ist aber dabei auch nicht nöthig, dass man mit der Genauigkeit vorgeht, wie bei der Ermittlung des Faktors. Für die blosse Bestimmung der Eiweissmenge zu klinischen Zwecken reichen Aräometer aus, jedoch nur dann, wenn man mit ihnen die vierte Decimale noch bestimmen kann. Für das Intervall von 0,01 Dichte braucht man immer eine Spindel. Gewöhnliche Urometer genügen dazu nicht. Solche Aräometer

sind jetzt nicht im Handel, aber sie lassen sich anfertigen und werden, wenn sie einmal in Gebrauch sind, auch zu mässigen Preisen zu haben sein. Unerlässlich jedoch ist es, dass man sie auf ihre Richtigkeit nachprüft.

Bei der Dichtebestimmung ist es vor Allem nöthig, dass der Harn und das Filtrat dieselbe Temperatur besitzen; dass die Temperatur genau  $17,5^{\circ}$  sei, ist nicht durchaus erforderlich. Um beiden Flüssigkeiten die gleiche Temperatur zu geben, stellt man am besten zwei Cylinder, von denen der eine den Harn, der andere das Filtrat enthält, neben einander in ein grosses Gefäss mit Wasser. Das Aussenwasser ist dabei fortwährend in Bewegung zu halten. Ist die Temperatur in beiden Cylindern gleich, so liest man die Dichte ab, subtrahirt und multiplicirt die Differenz mit 400. Das Product giebt an, wie viel gr. Eiweiss der Harn in 100 cbcm. enthält.

Herrn Prof. Huppert, der mich bei der Ausführung dieser Arbeit vielfach unterstützt hat, sage ich meinen besten Dank.